PROVINCIA DI RAVENNA
SETTORE LAVORI PUBBLICI
Servizio Infrastrutture viarie e programmazione

INTERVENTO DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL PONTE SUL FIUME SAVIO POSTO AL KM 16+970 DELLA SP 254 R "DI CERVIA"
CUP J67H19002550002

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

Presidente: Sig. Michele De Pascale	Consigliere delegato Strade - Trasporti - Pianificazione Territoriale: Arch. Nicola Pasi
Dirigente responsabile del Settore: Ing. Paolo Nobile	Responsabile del Servizio.: Ing. Chiara Bentini

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO :	Ing. Paolo Nobile	*documento firmato digitalmente*
PROGETTISTA:	Ing. Paolo Nobile	*documento firmato digitalmente*
COLLABORATORI ALLA PROGETTAZIONE :	Ing. Fabio Valentini	*documento firmato digitalmente*
	Geom. Lorenza Battistini	*documento firmato digitalmente*

0	EMISSIONE				
Rev.	Descrizione	Redatto:	Controllato:	Approvato:	Data:

TITOLO ELABORATO:

RELAZIONE SPECIALISTICA

Elaborato num:	Revisione:	Data:	Scala:	Nome file:
2	-	11/11/2021	-	06_PD-PE_PONTE SP254R 16+970_PROGETTO_OPERE SU SPALLE E PILE.dwg

Sommario

Sommario 1

A. BARRIERE DI SICUREZZA 2

A.1 PREMESSE 2

A.2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO 2

A.3 CRITERI DI SCELTA DELLE BARRIERE DI SICUREZZA 4

A.4 CONCLUSIONI 7

B. RINFORZI DEI PULVINI 9

B.1 PREMESSE 9

B.2 VERIFICHE 9

A. BARRIERE DI SICUREZZA

A.1 PREMESSE

Il presente elaborato descrive i criteri e le scelte relative al progetto esecutivo delle barriere di sicurezza stradali. La presente relazione è redatta in conformità a quanto richiesto dall'art. 2 del Decreto 18 febbraio 1992 n. 223 per i progetti esecutivi.
Le normative in materia identificano e classificano a livello prestazionale i dispositivi di sicurezza stradali, le modalità di esecuzione delle prove in scala reale (crash test) ed i relativi criteri di accettazione, mentre, ferme restando le limitazioni minime di legge e demandata al progettista delle barriere di sicurezza la scelta delle caratteristiche dei sicurvia da adottare. In particolare il tecnico identificherà la tipologia, la classe, il livello di contenimento, l'indice di severità, i materiali, le dimensioni, i vincoli, la larghezza di lavoro, ecc., tenendo conto delle caratteristiche geometriche del tratto stradale considerato, del relativo traffico veicolare desunto dai dati forniti dall'Amministrazione Provinciale di Ravenna. La scelta progettuale delle tipologie di barriere di sicurezza da adottare e in definitiva dunque legata ad un'analisi complessiva di rischio di fuoriuscita dei veicoli in transito sula SP. 254R "Di Cervia.

A.2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

A.2.1. Barriere di sicurezza

La normativa a cui si e fatto riferimento è la seguente:

- Direttiva del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 3065 del 25/08/2004. "Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali".
- D.M. 21 giugno 2004 (G.U. n. 182 del 05.08.04). "Aggiornamento alle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale".
- D.M. 18 febbraio 1992, n. 223. (G.U. n. 63 del 16.03.92). "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza".
- D.Lgs. n. 285/92 e s.m.i. "Nuovo codice della Strada".
- D.P.R. n. 495/92 e s.m.i. "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada".
- D.M. 5 novembre 2001, n. 6792. "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".
- Circolare Ministero dei Trasporti del 15/11/2007 "Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il D.M. 21.06.2004".
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21/07/2010 "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali".
- Norme UNI EN 1317 "Barriere di sicurezza stradali":

- UNI EN 1317-1:2000 “Parte 1: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova”;
- UNI EN 1317-2:2007 “Parte 2: Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d’urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza inclusi i parapetti veicolari”;
- UNI EN 1317-3:2002 “Parte 3: Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d’urto”;
- UNI ENV 1317-4:2003 “Classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d'urto e metodi di prova per terminali e transizioni dele barriere di sicurezza”;
- UNI EN 1317-5:2008 “Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli”.

- DM 28.06.2011 (G.U. n. 233 del 06.10.2011) "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale".

A.2.2. Materiali

Si prevede l'installazione di una barriera stradale bordo ponte in acciaio tipo guard-rail con paletti tassellati direttamente nel cordolo laterale in c.a. Relativamente all’acciaio zincato S355J0WP, si fa riferimento alle seguenti normative tecniche:

- CNR UNI 10011 - “Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la manutenzione”;
- UNI EN 10025-1 - “Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali – Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura”;
- UNI EN 10025-5 - “Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali – Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata ala corrosione atmosferica”.

A.2.3. Considerazioni sule normative

Le seguenti considerazioni sono relative al quadro normativo attualmente in vigore per le barriere di sicurezza riassunto nel paragrafo 2.1.

Come già anticipato, l’impianto normativo generale per le barriere di sicurezza è ancora quello definito dal D.M. 18 febbraio 1992, seppur successivamente più volte aggiornato soprattutto relativamente alle Istruzioni Tecniche allegate al decreto.

Con D.M. 3 giugno 1998 è stata introdotta una serie di elementi estremamente utili al progettista per la definizione delle classi minime delle barriere da adottare e delle relative modalità di prova per l’omologazione. Il medesimo disposto normativo ha inoltre individuato chiaramente le zone da proteggere con i dispositivi di ritenuta: i bordi delle opere d’arte, lo spartitraffico, i bordi laterali nelle sezioni in rilevato con pendenza ≥ 2/3, gli ostacoli fissi e situazioni con esigenze particolari di contenimento.

Il D.M. 21 giugno 2004, nel merito, ha contribuito con maggiore precisione alla definizione dei criteri progettuali ai quali il progettista dell’installazione deve riferirsi.

Una delle principiali novità comprese nel citato disposto normativo è costituita inoltre dal fatto che, per le strade esistenti o per gli allargamenti in sede delle strade esistenti, viene introdotto il concetto di “spazio di lavoro” delle barriere (inteso come larghezza del varco a tergo della barriera) necessario per la deformazione più probabile negli “incidenti abituali” della strada da

proteggere, indicato come una frazione del valore della massima deformazione dinamica rilevato nei crash test. Questo nuovo principio, che di fatto lascia una maggiore discrezionalità al progettista, si basa sulla definizione di "deformazione più probabile" e di "incidente abituale", sull'utilizzo di dati statistici per la determinazione della massa del mezzo impattante, dell'angolo e della velocità d'urto associati ad una determinata probabilità di superamento ed infine sulla valutazione della deformata associabile all'incidente abituale come "frazione" della deformazione dinamica registrata in occasione dei crash test. Va inoltre ricordato che il D.M. 8 aprile 2010 del Ministero dello Sviluppo Economico – "Elenco riepilogativo di norme concernenti l'attuazione della direttiva 89/106/CE relativa ai prodotti da costruzione", ha ufficializzato il recepimento della norma armonizzata UNI EN 1317-5 anche in Italia, fissando come data di scadenza del periodo di coesistenza delle norme nazionali e le norme europee il 1° gennaio 2011. Da tale data la presunzione di conformità è quindi basata sulle specifiche tecniche armonizzate e pertanto risulta obbligatoria l'installazione di sole barriere di sicurezza stradali provviste di marcatura CE.

A.3 CRITERI DI SCELTA DELLE BARRIERE DI SICUREZZA

Di seguito si specificano le caratteristiche "prestazionali" delle barriere di cui si riportano i relativi schemi tipologici.
Si precisa che, ove gli schemi individuino modelli di un determinato produttore, deve essere assegnato a tali schemi esclusivamente un valore rappresentativo non determinante alcun vincolo contrattuale.

A.3.1. Localizzazione e definizione delle classi dei dispositivi di sicurezza

Si premette che la SP. 254R "di Cervia", per le proprie caratteristiche costruttive, tecniche e funzionali è classificata ai sensi dell'art. 2 del Nuovo Codice della Strada (D.Lgs. n. 285/1992 e s.m.i.) come strada extraurbana secondaria C.
Considerato che il TGM (Traffico Giornaliero Medio annuale nei due sensi) è pari a circa 10.600 veicoli/giorno e la percentuale di automezzi pesanti con massa > 3,5 t risulta del 7%, il tipo di traffico è classificato come II ai sensi dell'art. 6 del Decreto Ministeriale n. 2367 del 21 giugno 2004.
Il citato D.M., limitandosi al caso di strada extraurbana secondaria C, fissa al medesimo art. 6 le seguenti classi minime di barriere in funzione del tipo di traffico e destinazione:

Tipo di strada	Tipo di traffico	Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte
Strade extraurbane secondarie (C) e Strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3

Pertanto la barriera stradale in acciaio tipo guard-rail, prevista come bordo ponte, sarà di classe H2, che ha capacità di contenimento dei veicoli di "livello elevato".
Nella pagina seguente è riportato lo schema di sviluppo delle barriera prevista.

Via Bagnolo Sabina
Fiume Savio
Fiume Savio
Fiume Savio
SP254
SP254
SP254
Via Bagnolo Sabina
L=67,00+5,00=72,00 m.
Google

A.3.2. Classe dei terminali

Alle estremità dei 2 tratti di barriere laterali e stata prevista l'installazione di n. 4 terminali standard a “manina” a tre onde.

Nelle due testate iniziali, con riferimento al senso di marcia, le barriere saranno risvoltate in continuità verso le stradine di sommità arginale, per un tratto di circa 5 mt..

A.3.3. Caratteristiche prestazionali

Si prevede l'utilizzo di barriere aventi le seguenti caratteristiche prestazionali:

Tipo di barriera	Livello di contenimento (Lc)	Indice di severità ASI	Deflessione dinamica massima (Dm)	Larghezza operativa (Wm)
H2 bordo ponte	288 kJ	B (1,2)	1,00 m.	1,30 m. (W4)

A.3.4. Urto più probabile

Il calcolo dell’urto più probabile si basa sulla determinazione statistica delle caratteristiche di massa e velocità dei veicoli in transito, nonchè dell’angolo di incidenza in caso d’urto. Da queste informazioni e possibile poi ricavare l’energia cinetica associata all’incidente abituale. Da un’analisi condotta sul parco italiano dei mezzi pesanti, considerando mediamente il peso di un veicolo leggero pari a 1.000 kg, è emerso come vi sia un rapporto di massa media tra mezzi pesanti e mezzi leggeri pari a 30. In virtù delle considerazioni riportate nel precedente paragrafo relativamente alla composizione del traffico della SP 254R, nello scenario progettuale (max 7% di traffico pesante) ed assumendo le medesime ipotesi in termini di massa media delle autovetture e dei mezzi pesanti in transito, si può determinare l’entità della massa del veicolo medio che percorre la strada provinciale:

M = 1.000 kg x 93% + 30.000 kg x 7 % = 3.030 kg

In relazione alla velocità dei mezzi in transito lungo i tratti stradali oggetto di installazione delle barriere di sicurezza, non si può che assumere il valore massimo consentito mediante l’apposizione di opportuna segnaletica verticale pari a 50 km/h in quanto all’interno di centro abitato. Per quanto riguarda l’angolo di incidenza, stante la geometria stradale che è praticamente rettilinea, si ritiene congruo assumere il valore “standard” dei crashtest, pari a 20°.

L’energia cinetica associata all’urto abituale è dunque pari a:

$E = 1/2 \times M \times V^2 \times \text{sen}^2\,\alpha = 1/2 \times 3.030 \times (50/3{,}6 \times \text{sen } 20°)^2 = 34{,}19$ kJ

pari al 12 % circa dell’energia associata al livello di contenimento della classe H2 (287,5 kJ).

Attribuendo infine un comportamento lineare alla massima deformazione dinamica e scalandola dunque della medesima percentuale, si ottiene il seguente valore di deformazione dinamica della barriera H2 associato all’incidente più probabile:

Sd H2 = 1,00 m. x 12% = 0,12 m.

A corollario e a rafforzamento di quanto esposto si ritiene opportuno sottolineare come diversi studi statistici, alcuni dei quali pubblicati sulla stampa di settore, abbiano dimostrato come effettivamente “l’urto più probabile” sulle arterie autostradali (e quindi a maggior ragione sulle

strade extraurbane dove le velocità sono inferiori) risulti estremamente inferiore a quello "standard" previsto dalle norme italiane ed europee per i crash test.
In particolare da uno studio condotto dal prof. Aurelio Marchionna e dall'ingegner Paolo Perco dell'Università degli Studi di Trieste, pubblicato sulla rivista "Le Strade" n 4/2009, è emerso come l'energia di impatto piu probabile sia pari a 15,14 kJ. Ragionando in termini percentili, approccio che sembra ingegneristicamente piu corretto e cautelativo, l'analisi citata ha evidenziato che nel 50% degli incidenti l'energia non supera i 26,35 kJ e che nel 90% degli urti l'energia risulta inferiore a 254,62 kJ, valore inferiore a quello previsto per la classe di contenimento H2 (288 kJ), assunta nella presente progettazione.

A.4 CONCLUSIONI

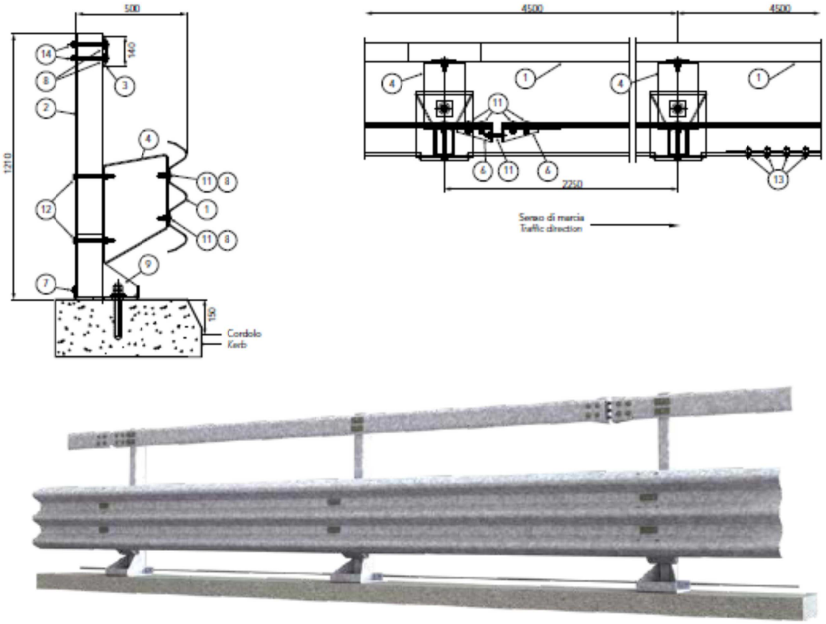
In base alle considerazioni di cui ai paragrafi precedenti, la scelta della barriera è ricaduta sul tipo: Marcegaglia – bordo ponte – H2-W4 – tripla onda.
Di seguito si allega la scheda tecnica.

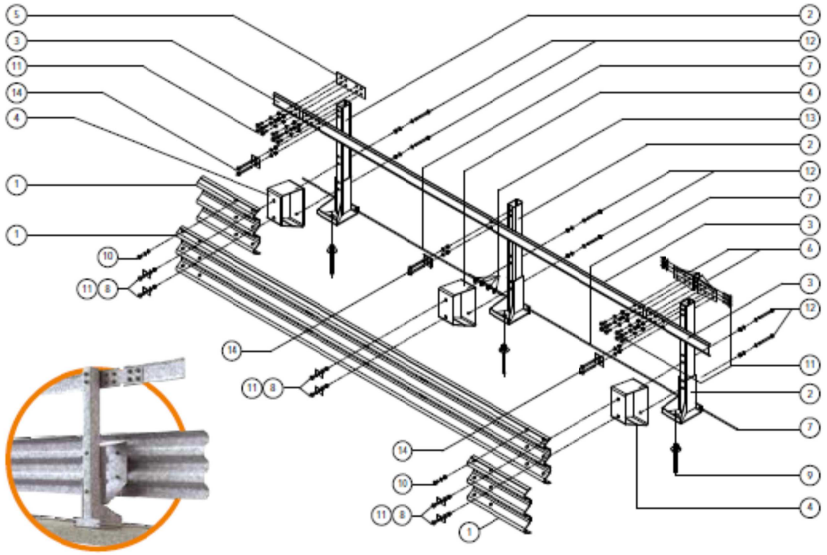
CLASSE H2 BORDO PONTE - BARRIERA 3 ONDE PER MANUFATTO W4

Class H2 Bridge side - 3-waves guardrail for bridge W4
3 Wellen Leitplanke auf Bauwerk, Aufhaltestufe H2, Wirkungsbereich W4
Classe H2 Bord pont - Glissière 3 ondes simple pour pont W4
Clase H2 Borde de puente - Barrera de triple onda simple para base puente W4

H2-W4

3-waves





Caratteristiche Characteristics, Eigenschaften, Caractéristiques, Características	
Altezza barriera *Barrier height, Höhe Leitplanke, Hauteur glissière de sécurité, Altura barrera*	1210 mm
Profondità d'infissione tirafondi *Depth of anchor bolts penetration, Einschraubtiefe der Verankerungen, Profondeur de vissage des ancrages, Profundidad de anclaje varilla roscada*	255 mm
Ingombro trasversale *Overall width, Gesamtbreite, Grossour hors tout, Anchura total*	500 mm
Interasse pali *Post spacing, Stabarabstand, Distance entre poteaux, Distancia entre postes*	2250 mm

Rapporti di prova Crash test reports, Testberichte, Comptes rendus d'essais, Relaciones de pruebas

Test n.	Facility	Test	Type	Barrier length m	Mass kg	Speed km/h	ASI max 1.4	THIV max 33 km/h	D m	Vi m	W m
X91.04.L03	TÜV	TB51	Laterale 20°	78,75	13.000	70	-	-	1	1,2	1,3=W4
X91.02.L02	TÜV	TB11	Laterale 20°	78,75	900	100	1,2=B	27	0,3	-	0,8=W2

Componenti Components, Bauteile, Composants, Elementos

	Descrizione Description		Materiale Material
13	**Morsetto per fune** *Cable clamp, Schraubklemme für Stahlseil, Serre-câble, Grapa para cable*		Acc. zinc.
14	**Bullone completo** *Bolt with nut and washer, Schraube komplett, Boulon complet, Tornillo completo con tuerca y arandela*	M16x160 mm	Classe 8.8
12		M16x170 mm	Classe 8.8
11		M16x50 mm	Classe 8.8
10		M16x30 mm	Classe 8.8
9	**Tirafondo + dadi + 1 rondella** *Anchor bolt + nuts + 1 washer, Verbundklebeankerschraube + Mütter + 1 Unterlagscheibe, Tire-fond + écrous + 1 rondelle, Varilla roscada + tuercas + 1 arandela*	M24x315 mm	Classe 8.8
8	**Piastrina copriasola** *Slot covering plate, Lochabdeckplatte, Plaque de couverture fente, Placa cubre-ranura*	100x40x4 mm	S 275 JR
7	**Fune** *Wire rope, Seil, Câble, Cable*	Ø12 L=6000 mm	Acc. zinc.
6	**Elemento di trazione** *Traction element, Zugelement, Élément de traction, Elemento de tracción*	Th=6 mm	S 235 JR
5	**Piatto di collegamento** *Connection plate, Anschlussplatte, Plaque de connexion, Platina de unión*	120x360 Th=6 mm	S 235 JR
4	**Distanziatore romboidale** *Rhomboidal spacer, Rhomboidisch. Abstandhalter, Entretoise en losange, Separador romboidal*	Th=5 mm	S 235 JR
3	**Bandella superiore** *Upper shaped plate, Oberer Bandstahl, Barre supérieure, Banda superior*	140x4460 Th=5 mm	S 355 JR
2	**Palo in tubo con piastra** *Rectangular tube post with base plate, Vierkantrohrstaher mit Grundplatte, Poteau tubulaire avec plaque, Poste de tubo con placa*	120x80 Th=4 H=1200 mm	S 235 JR
1	**Fascia 3 onde** *3-wave beam, 3-wellige Leitschiene, Glissière 3 ondes, Banda triple onda*	L=4816 (2250x2) Th=2,5 mm	S 235 JR

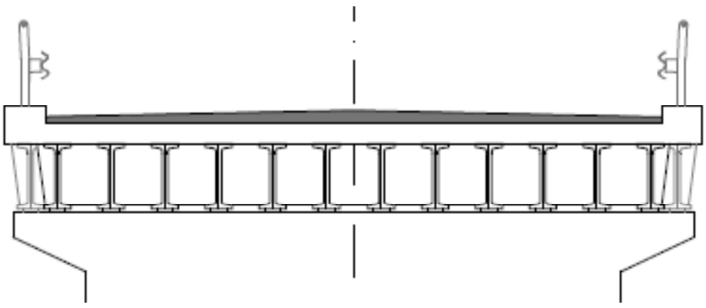
CE 169/2131/CPR/2014

B. RINFORZI DEI PULVINI

B.1 PREMESSE

I pulvini delle pile, e in particolare le mensole laterali che reggono l'appoggio delle travi di bordo dell'impalcato, risultano particolarmente degradate a causa dell'acqua piovana che si infiltra nei giunti di dilatazione, anch'essi molto deteriorati.
Vista anche la particolare conformazione della mensola, che appare abbastanza snella, si è ritenuto di creare una cerchiatura di rinforzo perimetrale dell'intero pulvino con due profili in acciaio UPN 300 accoppiati di schiena sui due lati del pulvino stesso ed uniti in testa con egual profilo.

Cautelativamente si è calcolato il rinforzo, affidando la resistenza della mensola, per intero ai due profili in acciaio

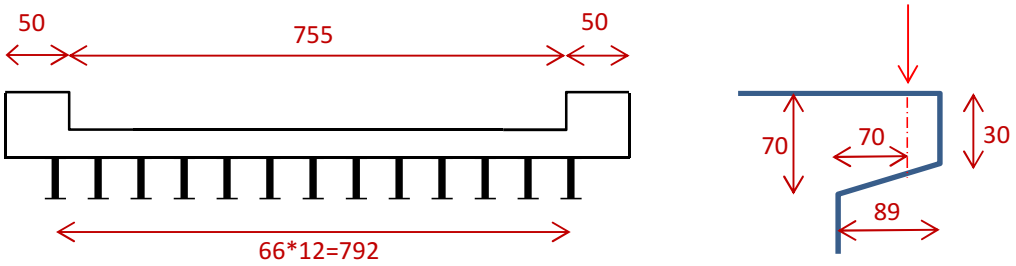


Schema pulvino pile

B.2 VERIFICHE

CARICHI PERMANENTI

- Reazioni impalcato con L=15,50 mt. e N. 13 travi ad I in c.a.p.



Trave ad I 232 kg/ml

232*15,50/2 = 1798 kg

Soletta sp.20 cm.	(2500*8,55*0.20)/13 travi = 329 kg/ml / trave	
	329*15,50/2 =	2550 kg
Cordoli	(2*2500*0,25*0,50)/13 travi = 48 kg/ml / trave	
	48*15,50/2 =	372 kg
Pavimentazione	(300*7,55)/13 travi = 175 kg/ml / trave	
	175*15,50/2 =	1356 kg
Barriere	(2*100)/13 travi = 16 kg/ml / trave	
	16*15,50/2 =	124 kg

Ogni campata ha N. 4 traversi di spessore ipotizzato = 25 cm.

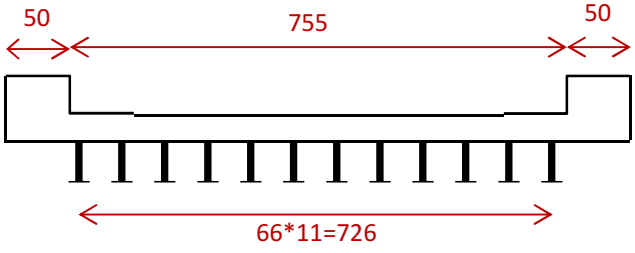
Interasse travi = 66 cm., sp. anima travi = 8 cm., quindi Lungh. Traverso = 58 cm

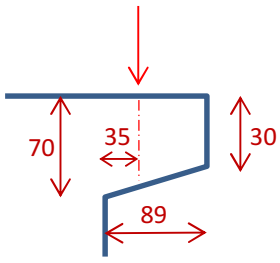
Peso traversi	2500*0,25*0,68*0,58 = 246 kg/cad	
	(246*n.12*4/2 trvs.) / 13 travi =	454 kg

Quindi in totale:

R permanenti = 6654 kg con braccio 70 cm.

- Reazioni impalcato con L=15,00 mt. e N. 12 travi ad I in c.a.p.





Trave ad I	232 kg/ml	
	232*15,00/2 =	1740 kg
Soletta sp.20 cm.	(2500*8,55*0.20)/12 travi = 356 kg/ml / trave	
	356*15,00/2 =	2670 kg
Cordoli	(2*2500*0,25*0,50)/12 travi = 52 kg/ml / trave	
	52*15,00/2 =	390 kg

Pavimentazione (300*7,55)/12 travi = 189 kg/ml / trave

189*15,00/2 = 1418 kg

Barriere (2*100)/12 travi = 17 kg/ml / trave

17*15,50/2 = 128 kg

Ogni campata ha N. 4 traversi di spessore ipotizzato = 25 cm.

Interasse travi = 66 cm., sp. anima travi = 8 cm., quindi Lungh. Traverso = 58 cm

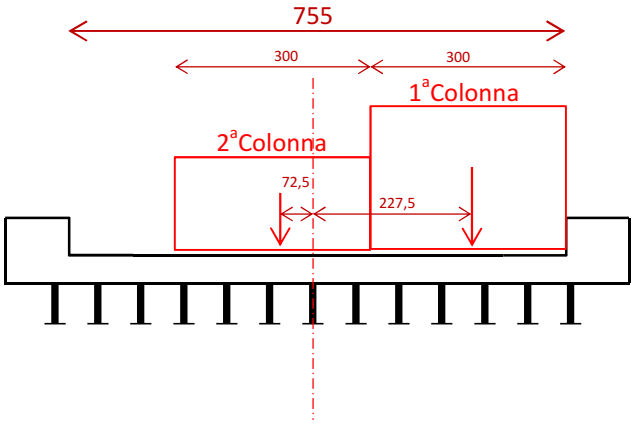
Peso traversi 246 kg/cad

(246*n.11*4/2 trvs.) / 12 travi = 541 kg

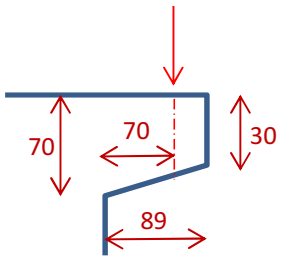
Quindi in totale:

R permanenti = 6887 kg con braccio 35 cm.

CARICHI MOBILI



- Reazioni impalcato con L=15,50 mt. e N. 13 travi ad I



R max su nostra trave avente eccentricità 66*6 = +396 cm.

Quota 1ª colonna su trave di bordo ρ c1 = 0,191

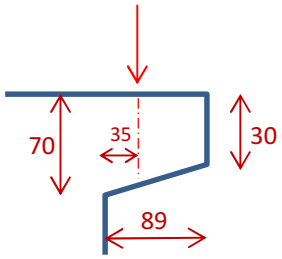
Quota 2ª colonna su trave di bordo ρ c2 = 0,041

Si ricava R acc. = 16,772 t.

Quindi in totale:

Perm. + Accid. = 6654 + 16772 = 23426 kg

- Reazioni impalcato con L=15,00 mt. e N. 12 travi ad I



R max su nostra trave avente eccentricità 66*5,5 = +363 cm.

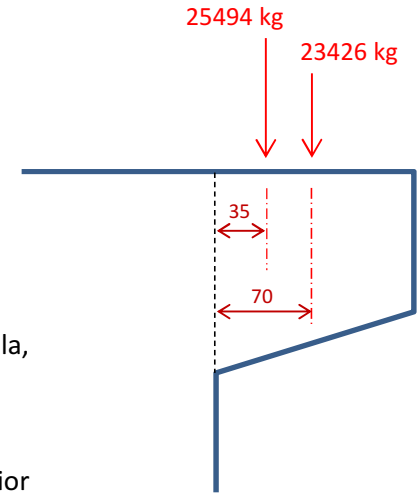
Quota 1[a] colonna su trave di bordo ρ c1 = 0,216

Quota 2[a] colonna su trave di bordo ρ c2 = 0,041

Si ricava R acc. = 18,607 t.

Quindi in totale:

Perm. + Accid. = 6887 + 18607 = 25494 kg



Complessivamente:

T = 48920 kg **arrotondato a 50 t**

M = 25320 kg*m **arrotondato a 26 t*m**

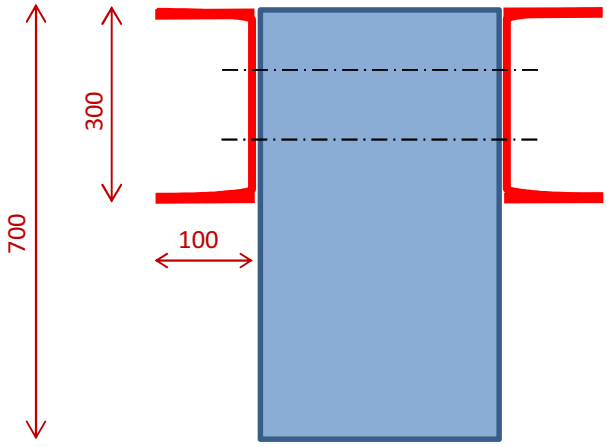
senza considerare il peso della mensola-

Poiché i profili UPN vengono considerati una ulteriore cautela,

si esegue un controllo allo SLE (ex tensioni ammissibili),

essendo evidente che risulta verificato anche lo SLU a maggior

ragione considerando la resistenza delle armature esistenti della mensola.



UPN 300:

A = 58,8 cmq

J_x = 8030 cm^4

W_x = 535 cm^3

A anima = 30*1 = 30 cmq

Considerando solo i due UPN:

τ = 1,5 * 50000/2*30 = 1250 kg/cmq

σ = 25400*100/2*535 = 2374 kg/cmq

Adottando acciaio tipo S355 (ex Fe 510), avente:

f_{tk} = 510 N/mmq

f_{yk} = 355 N/mmq e al limite elastico = 0,8*f_{yk} = 284 N/mmq

f_{yd} = 355/1,05 = 338 N/mmq

Osservazione: alle ex Tensioni Ammissibili, per l'acciaio da carpenteria Fe510, era:

σ_{amm}= 2400 kg/cmq in C.d.C.1 e σ_{amm}= 2700 kg/cmq in C.d.C.2

quindi: σ = 2374 < 2700 kg/cmq per il Momento flettente

e τ = 1250 < 2700 / √3 = 1559 kg/cmq